

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 06-103536

(43) Date of publication of application : 15.04.1994

(51) Int. Cl.

G11B 5/39

(21) Application number : 04-247590

(71)Applicant : **HITACHI LTD**
(72)Inventor : **SOEYA SUSUMU**
TADOKORO SHIGERU
IMAGAWA TAKAO

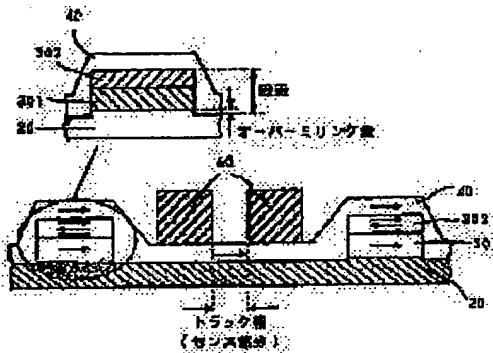
(22) Date of filing : 17.09.1992

(54) MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE MAGNETIC HEAD

(57) Abstract:

PURPOSE: To improve the sensitivity of the magneto-resistance effect element by installing magnetic domain control layers on the lower side at both ends of a magneto-resistance effect film to prevent the direct magnetic exchange bond of the central region of the magneto-resistance effect film with a antiferromagnetic film.

CONSTITUTION: The ferromagnetic film 301 forms the antiferromagnetic magnetic exchange bond with the antiferromagnetic film 302 above this film and the orientation of the spins of the ferromagnetic film 301 in one direction is possible. The ferromagnetic film 301 of the lowermost layer is capable of making a permanent magnet-like effect. Namely, the ferromagnetic film 301 can pass a unidirectional magnetic flux. The ferromagnetic film 301 acts to pass the unidirectional magnetic flux to the central region of the magneto-resistance effect film 40 even if a step cut is generated in the magneto-resistance effect film 40 and the exchange bias is interrupted in the step cut part and, therefore, the central region is maintained in the monomagnetic domain state and Barkhausen noises are suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

Date of extinction of right

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-103536

(43) 公開日 平成6年(1994)4月15日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号 廷内整理番号

F I

技術表示箇所

G 11 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数6(全10頁)

(21) 出願番号 特願平4-247590

(22) 出願日 平成4年(1992)9月17日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 添谷 進

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日

立製作所日立研究所内

(72) 発明者 田所 茂

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日

立製作所日立研究所内

(72) 発明者 今川 尊雄

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日

立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

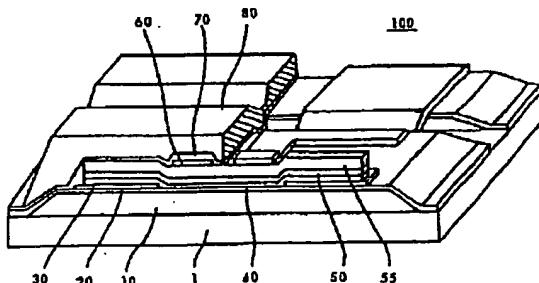
(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果型磁気ヘッド

(57) 【要約】

【目的】 磁気抵抗効果型磁気ヘッドの特性のばらつきやノイズの原因となる、磁気抵抗効果膜のクリーニングを必要とせずに、バルクハウゼンノイズを防止でき、かつ、高出力とできる磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することにある。

【構成】 磁気抵抗効果膜40端部下側に磁区制御層30を配置し、この磁区制御層30を、強磁性膜301と反強磁性膜302とを順次積層して構成される2層膜とする。

図 1



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気抵抗効果を用いて磁気的信号を電気的信号に変換する磁気抵抗効果膜と、前記磁気抵抗効果膜に信号検出電流を流すための一対の電極と、前記磁気抵抗効果膜の下側両端部に配置した磁区制御層とを有する磁気抵抗効果型磁気ヘッドであって、前記磁区制御層は、強磁性膜と反強磁性膜とを順次積層して構成される2層膜であることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項2】請求項1において、前記反強磁性膜は、酸化ニッケル(NiO)である磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項3】請求項1において、前記強磁性膜は、NiFe系軟磁性合金である磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項4】請求項1において、前記強磁性膜の厚さは、磁気抵抗効果膜よりも厚い磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項5】請求項1において、前記磁区制御層はテーパ角度を有する磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項6】請求項1、2、3、4または5において、前記磁気抵抗効果型磁気ヘッドを搭載した磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気記録装置、特に、磁気ディスク装置に用いられる磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】磁気記録媒体の磁性面から高い感度でデータを読み取ることができる磁気ヘッドとして、磁気抵抗効果型磁気ヘッドが知られている。磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気抵抗効果膜の電気抵抗が、磁化の方向によって変化する現象を利用して、記録媒体上の磁気的信号を電気的信号に変換するものである。

【0003】磁気抵抗効果型磁気ヘッドの主要な問題は、磁気抵抗効果膜に存在する磁壁が、信号磁界によって不規則に移動することによって、バルクハウゼンノイズと呼ばれるノイズが発生することである。

【0004】米国特許第4103315号には、磁気抵抗効果膜の磁壁を消滅させ、ノイズを抑制するため、磁気抵抗効果膜の片面全体に反強磁性層を設け、長さ方向の一様な縦バイアス磁界を発生させ、反強磁性-強磁性の磁気交換結合を利用することが開示されている。

【0005】ここで、本発明では、磁気抵抗効果膜における磁壁の発生を抑制することを目的として、長さ方向の縦バイアス磁界を印加するために、特別に設けられた層を磁区制御層と定義する。また、磁気交換結合とは、反強磁性膜と強磁性膜との界面付近における反強磁性膜のスピニの向きに、強磁性膜のスピニの向きを一致させることをいう。さらに、反強磁性膜と強磁性膜の磁気交

10

20

30

40

50

2

換結合が消失する温度をブロッキング温度と定義する。

【0006】米国特許第4103315号に開示されているように、磁区制御層として反強磁性膜を磁気抵抗効果膜の片面全体にわたって積層させた構造では、磁気交換結合が大きくなり、その結果、磁気抵抗効果膜の磁化の方向が、磁気記録媒体からの信号磁界によって回転するには、大きな信号磁界を必要とすることになる。従って、信号磁界に対する、磁気抵抗効果膜の感度は低下するという問題がある。

【0007】従来技術の問題点は、磁区制御層をバーティカル化し、磁気抵抗効果膜の端部上側(本明細書では、成膜工程において、先に成膜する方を下側とする。)にだけ配置するという発明によって解決された。この発明は、磁気抵抗性読み取り変換器に関する米国特許第4663685号に開示されている。この発明は、磁気抵抗効果膜の端部上側だけに、磁気抵抗効果膜の長さ方向にバイアス磁界を印加する磁区制御層を配設し、この端部を单一磁区状態に維持するというものである。この端部の单一磁区状態は、磁気抵抗効果膜の中央にある感磁部にも单一磁区状態を誘発する。この発明の実施例には、磁気抵抗効果膜の端部上側に、磁区制御層として作用する反強磁性膜を、直接、形成し、磁気抵抗効果膜の端部上側を单一磁区状態に維持する技術が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術には、以下に述べるような問題がある。この従来技術では、磁気抵抗効果膜の端部上側だけに、磁区制御層として作用するFeMn系の反強磁性膜を形成している。このためには、予め、磁気抵抗効果膜を所定の寸法にバーティカルした後に、この磁気抵抗効果膜の上に磁区制御層とするFeMn系反強磁性膜を形成しなければならない。一方、磁気抵抗効果膜とする強磁性膜と、FeMn系の反強磁性膜とは、両層間に磁気的交換結合を生じさせる必要がある。この磁気的交換結合が生じるには、二つの膜を原子的に密着形成させなければならない。従って、磁気抵抗効果膜の表面をなんらかの方法、たとえば、スパッタエッチなどによってクリーニングし、その後、このクリーニングされた磁気抵抗効果膜上にFeMn系反強磁性膜を形成する必要がある。

【0009】このクリーニングを行う場合の問題について説明する。磁気抵抗効果膜の表面をクリーニングすることは、工程上複雑になり、さらに、磁気抵抗効果膜は、通常、数百Åと非常に薄いので、クリーニングによって磁気抵抗効果膜は損傷されるおそれが高い。その結果、磁気抵抗効果膜の磁気特性は損なわれてしまう。また、表面クリーニングの程度がほぼ一定であればよいが、変動した場合には、磁気抵抗効果膜の膜厚も変動し、その結果、多数の磁気ヘッド間において、磁気特性のばらつきが生じる。さらに、この表面クリーニングが弱いと、磁気抵抗効果膜と反強磁性膜との間の磁気的交

換結合の強さが不十分となり、磁気抵抗効果膜の端部が单一磁区とならない場合もある。端部が单一磁区とならない場合は、磁気抵抗効果膜に磁壁が存在することになり、磁壁の不規則な移動によってパルクハウゼンノイズが発生することになる。このような磁気ヘッドは、高密度磁気記録用の磁気ヘッドには適さない。

【0010】本発明の目的は、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの特性のばらつきやノイズの原因となる、磁気抵抗効果膜のクリーニングを必要とせずに、磁気抵抗効果膜の端部に磁区制御層を形成した、パルクハウゼンノイズを防止でき、かつ、高出力とできる磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的は、磁気抵抗効果膜両端部下側に磁区制御層を配置し、上記磁区制御層は、強磁性膜と反強磁性膜とを順次積層して構成される2層膜で構成することにより達成できる。

【0012】上記反強磁性膜は、酸化ニッケルが望ましく、上記強磁性膜は、NiFe合金等の軟磁性合金膜が望ましい。

【0013】

【作用】本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、磁気抵抗効果膜の両端部下側に、磁区制御層を設置しており、記録媒体からの磁気的信号を検出する磁気抵抗効果膜の中央領域は、反強磁性膜と、直接には、磁気交換結合をしていない。このため、磁気抵抗効果膜の中央領域では、磁気抵抗効果膜の異方性磁界の増加がないので、磁気抵抗効果素子の感度が低下することはなく、高出力の磁気ヘッドとできる。

【0014】また、磁気抵抗効果膜両端部下側に設けられた磁区制御層と磁気抵抗効果膜との磁気交換結合により生じる縦バイアス磁界によって、磁気抵抗効果膜中央部に磁壁が発生するのを抑制できるので、磁壁の不規則な移動が原因であるパルクハウゼンノイズを抑えることができる。

【0015】また、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁区制御層は、最下層を強磁性膜としている。この強磁性膜は、磁気抵抗効果膜に一方向の磁束を流す作用を行う永久磁石的な作用を行うことができ、磁区制御層最上層である反強磁性膜と磁気抵抗効果膜との磁気的交換結合の結果生じる縦バイアス磁界を、効果的に磁気抵抗効果膜中央領域に伝える作用をすることができる。このため、パルクハウゼンノイズを安定性よく防止できる。

【0016】さらに、磁気抵抗効果膜両端部に配置された磁区制御層間の距離を調節することにより、磁気抵抗効果膜中央部に伝達される縦バイアス磁界の大きさを、任意の大きさに調節することが可能であり、高出力、かつ、パルクハウゼンノイズレスの磁気抵抗効果型磁気ヘッドを容易に製造することができる。

【0017】さらに、本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁区制御層は、磁気抵抗効果膜の形成前に、形成、加工される。従って、磁区制御層の形成工程において、磁気抵抗効果膜を損傷する恐れは全くなく、多数の磁気ヘッド間の性能のばらつきを抑え、大量生産に有利とできる。また、磁区制御層は、イオンミーリング法などで一括してバーニングすることができ、作製が容易である。

【0018】

【実施例】実施例として、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドを適用した磁気ディスク装置200について、図3を用いて説明する。図3は、この磁気ディスク装置200の概略構造を示す斜視図である。

【0019】この磁気ディスク装置200の概略構造を説明する。同図に示すように、磁気ディスク装置200は、等間隔で一軸（スピンドル202）上に積層された複数の磁気ディスク204a, 204b, 204c, 204d, 204eと、スピンドル202を駆動するモータ203と、移動可能なキャリッジ206に保持された磁気ヘッド群205a, 205b等と、このキャリッジ206を駆動するボイスコイルモータ213を構成するマグネット208及びボイスコイル207と、これらを支持するベース201とを備えて構成される。また、磁気ディスク制御装置などの上位装置212から送出される信号に従って、ボイスコイルモータ213を制御するボイスコイルモータ制御回路209を備えている。また、上位装置212から送られてきたデータを書き込み方式に対応し、磁気ヘッドに流すべき電流に変換する機能と、磁気ディスク204aなどから送られてきたデータを増幅し、デジタル信号に変換する機能を持つライト/リード回路210を備え、このライト/リード回路210は、インターフェイス211を介して、上位装置212と接続されている。

【0020】次に、この磁気ディスク装置200の動作を、読みだしの場合を例として説明する。上位装置212から、インターフェイス211を介して、ボイスコイルモータ制御回路209に、読みだすべきデータの支持を与える。ボイスコイルモータ制御回路209からの制御電流によって、ボイスコイルモータ213がキャリッジ206を駆動させ、指示されたデータが記憶されているトラックの位置に、磁気ヘッド群205a, 205b等を高速で移動させ、正確に位置付けする。この位置付けは、ボイスコイルモータ制御回路209と接続されている位置決め用磁気ヘッド205bが、磁気ディスク204c上の位置を検出して提供し、データ用磁気ヘッド205aの位置制御を行うことによって行われる。また、ベース201に支持されたモータ203は、スピンドル202に取り付けた直径3.5インチの複数の磁気ディスク204a, 204b, 204c, 204d, 204eを回転させる。次に、ライト/リード回路210か

らの信号に従って、指示された所定の磁気ヘッドを選択し、指示された領域の先頭位置を検出後、磁気ディスク上のデータ信号を読みだす。この読み出しは、ライト/リード回路210に接続されているデータ用磁気ヘッド205aが、磁気ディスク204dとの間で信号の授受を行うことにより行われる。読みだされたデータは、所定の信号に変換され、上位装置212に送出される。

【0021】高性能磁気ディスク装置としては、線記録密度は1インチ当たり25キロビット以上、トラック密度は1インチ当たり2000トラック以上であることが望ましい。下記の本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁壁を生じない結果バルクハウゼンノイズが無く、高感度であるので、このヘッドを使用して磁気ディスク装置を作成することによって、面記録密度が1平方インチ当たり200~500Mb/tの磁気ディスク装置を作製することができる。

【0022】次に、磁気ディスク装置200に使用する、本発明の一実施例である磁気抵抗効果型磁気ヘッド100について、図1および図2を用いて説明する。図1は、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッド100の概略構造を示す斜視図である。なお、図1では、磁気抵抗効果型磁気ヘッド片側半面で上部ギャップ膜70と上部シールド膜80とを省略している。また、図2は、この磁気抵抗効果型磁気ヘッド100を拡大した斜視図である。なお、図2では、上部ギャップ膜70と上部シールド膜80とを省略している。

【0023】この磁気抵抗効果型磁気ヘッド100は、図1、図2に示すように、非磁性基板1の上方に、下部磁気シールド層10と、この下部磁気シールド層10の上に形成される下部ギャップ膜20と、この下部ギャップ膜20上の所定場所に所定の間隔をおいて形成される一对の層からなる磁区制御層30と、この磁区制御層30の上面を覆って一对の層の間の上記下部ギャップ膜20に接して形成される磁気抵抗効果膜40と、この磁気抵抗効果膜40の上に形成されるシャント膜50と、このシャント膜50の上に形成されるソフト膜55と、このソフト膜55上に形成される信号取り出し用電極60と、上記各膜、各層、および信号取り出し電極60を覆うように形成される上部ギャップ膜70と、この上部ギャップ膜70の上に形成される上部磁気シールド層80とを備えて構成される。

【0024】各層、各膜の作用、材料等を次に説明する。上部、下部磁気シールド層80、10は、磁気抵抗効果膜40に、信号検出電極以外の磁界が影響するのを防止し、磁気抵抗効果型磁気ヘッド100の信号分解能を高める作用を行う。その材料は、NiFe系合金、Co系の非晶質等の軟磁性であり、膜厚はおよそ0.5~3μmである。

【0025】磁気シールド層80、10に隣接して、磁気抵抗効果膜40と信号取り出し電極60と磁区制

御層30とからなる磁気抵抗効果素子をはさみ込むように配置される上部、下部ギャップ膜70、20は、磁気抵抗効果素子と、上部、下部磁気シールド層80、10とを電気的、磁気的に隔離する作用をし、ガラス、アルミナ等の非磁性、絶縁物よりなる。上部、下部ギャップ膜70、20の膜厚は、磁気抵抗効果型磁気ヘッド100の再生分解能に影響するため、磁気ヘッドに望まれる記録密度に依存し、通常は、0.4~0.1μmの範囲である。

【0026】この上部、下部ギャップ膜70、20の間に形成される磁気抵抗効果素子は、上記のように、磁界に対してその電気抵抗が変化する磁気抵抗効果膜40と、この磁気抵抗効果膜40に信号検出電流を流すための信号取り出し用電極導体60と、磁気抵抗効果膜40の両端にあり、この両端を単磁区化するに充分なレベルに、磁気的に縦バイアスするための磁区制御層30とかなる。

【0027】この磁区制御層30は、磁気抵抗効果膜40両端部にだけ形成され、磁気抵抗効果膜40の端部を单一磁区状態に維持するために、長さ方向の縦バイアス磁界を磁気抵抗効果膜40に与える作用をする。この結果、磁気抵抗効果膜40に磁壁が発生するのを防止でき、磁壁発生に起因するバルクハウゼンノイズを低減できる。磁区制御層30を、磁気抵抗効果膜40の端部に限定して設けるのは、磁気抵抗効果膜40の中央領域の長さが長すぎない限り、この端部を单一磁区状態に維持すると、中央領域も強制的に单一磁区状態になるからである。また、このような構造では、中央領域の磁気モーメントの方向が容易に変化することができるので、磁気抵抗効果膜40全体に磁区制御層を形成したときに生じる感度の低下をもたらすことではなく、磁気ヘッドを高出力とできる。

【0028】磁気抵抗効果膜40は、Ni-Fe合金、Ni-Co合金、Ni-Fe-Co合金等のような、磁化の方向によって電気抵抗が変化する強磁性薄膜で形成される。その膜厚は、約0.01~0.045μmである。

【0029】信号取り出し用電極導体60は、磁気抵抗効果膜40に充分な電流（例えば、約 1×10^6 ~ 1×10^7 A/cm²）を流すため、通常、電気抵抗が十分小さい銅や金等の薄膜が用いられる。

【0030】シャント膜50は、磁気抵抗効果膜40を高感度にするに十分なレベルに、磁気的横バイアスを印加する作用を行う。磁気的横バイアスを印加するためには、シャント膜を用いる方法を、シャントバイアス法という。シャントバイアス法においては、シャント膜として、磁気抵抗効果膜40上に、Ti, Nb, Ta, Mo, W等の薄い金属膜を形成する。通常、その膜厚は、0.01~0.04μm程度である。また、シャントバイアス法では、シャント膜50に流れる電流によって横バ

7
イアス磁界が変化するので、シャント膜50の膜厚とともに、比抵抗も調節することが必要である。このシャント膜50の比抵抗の値は、通常、磁気抵抗効果膜の比抵抗の値の1~4倍程度である。

【0031】このシャントバイアス法以外に、高密度磁気記録用の磁気抵抗効果型磁気ヘッドに適したバイアス法としてソフト膜バイアス法がある。ソフト膜バイアス法は、図1、図2に示すように、非磁性層（ここではシャント膜50）を介して、磁気抵抗効果膜40に流れる電流によってソフト膜55に発生する磁界を、効率良く、磁気抵抗効果膜40に印加する方法である。これらの方法は、単独で用いられるばかりでなく、シャントバイアス法とソフト膜バイアス法を組み合わせた複合バイアス法が効果的である。

【0032】次に、磁気抵抗効果型磁気ヘッド100の製造方法を説明する。なお、下記の薄膜形成方法およびバーニング方法は、周知の技術であるスパッタリング法やエッティング法を用いた。

【0033】最初に、非磁性基板1上に下部磁気シールド層10とするNiFe合金を2μmの厚さに形成し、その後、その上部に、下部ギャップ膜20とするアルミニウムを0.3μmの厚さに形成する。そして、この下部磁気シールド層10と下部ギャップ膜20とを所定の形状に加工する。ここで、下部磁気シールド層10の端部は、図1に示すように、基板面に対して傾斜するように加工する。これは、下部磁気シールド層10を覆う形に形成される信号取り出し用電極導体60が、下部磁気シールド層10の端部で断線するのを防止するためである。次に、下部ギャップ膜20上に、磁区制御層30を形成する。磁区制御層30は、下部ギャップ膜20上に、強磁性膜301、反強磁性膜302をスパッタリング法などにより順次積層した後、磁気抵抗効果膜40の端部に相当する部分だけが残存するようにバーニングする。バーニング後、イオンミリング法などにより加工する。その結果、磁区制御層30は、一対の層となる。次に、磁区制御層30上と、磁区制御層30を構成する一対の層の間の下部ギャップ膜20上に、磁気抵抗効果膜40とするNiFe合金膜を400Åの厚さに形成し、続いて、シャント膜50とするNb膜を400Åの厚さに形成する。その後、信号取り出し用電極導体60とする金とチタンの2層膜を0.1μmの厚さに形成した後、加工し、さらに、その上部に、上部ギャップ膜70とするアルミニウムを0.3μmの厚さに形成する。次に、上部磁気シールド層80とするNiFe合金膜を2μmの厚さに形成し、保護膜としてアルミニウムを形成し、磁気抵抗効果型磁気ヘッド100の作成を完了する。

【0034】上記のように、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁区制御層30を形成後、この上方に、磁気抵抗効果膜40を形成している。このため、磁気抵抗効果膜40をクリーニングする工程を含まず、製

10
造工程中に磁気抵抗効果膜40にダメージを与えることはない。磁気抵抗効果膜40が損傷する恐れがないため、磁気特性の良好な磁気抵抗効果膜40を形成することができ、安定性よく磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造ができる。さらに、磁気抵抗効果膜40の膜厚変動を抑えることができるため、多数の磁気ヘッド間の電気的、磁気的特性のばらつきを抑えることができ、大量生産に適している。

【0035】次に、本発明に係る磁区制御層30の機能について説明する。

【0036】図4は、本発明に係る磁区制御層30を示す拡大断面図である。本発明は、磁区制御層30を、強磁性膜301と反強磁性膜302とを、順次、積層した2層膜構造としているところに特徴があり、二つの磁気交換結合を利用しているところに最も特徴がある。一つは、磁気抵抗効果膜40と反強磁性膜302との界面で発生する強磁性-反強磁性の磁気交換結合であり、他の一つは、反強磁性膜302と強磁性膜301との界面で発生する反強磁性-強磁性の磁気交換結合である。

【0037】二つの磁気交換結合の作用について詳細に説明する。

【0038】図5に、磁気交換結合の様子を模式的に示す。図5の矢印は、磁気抵抗効果膜40、反強磁性膜302、強磁性膜301のスピニの向きを表わしている。なお、図5以降では、非磁性基板1、下部シールド層10、シャント膜50、ソフト膜55、上部ギャップ膜70、上部シールド膜80を省略する。

【0039】反強磁性膜302と磁気抵抗効果膜40との磁気交換結合により、磁気抵抗効果膜40両端部の磁気抵抗効果膜40のスピニは一方向に揃えられる。この部分でスピニの向きが揃えられると、交換バイアスは磁気抵抗効果膜40中央領域（センス部分）にも伝わり、中央領域のスピニをも強制的に一方向に揃えることができる。これにより、磁気抵抗効果膜40中央領域での磁壁の発生を抑止することができ、バルクハウゼンノイズを防止できる。

【0040】しかし、上述したように、本発明に係る磁区制御層30は、下部ギャップ膜20上に強磁性膜301と反強磁性膜302とを順次積層し、イオンミリング法などの手法を用いて所定の位置に形成している。イオンミリング法で加工した場合には、図5に示すような磁区制御層30下方の下部ギャップ膜20のオーバーミリングを避けることができない。このため、磁気抵抗効果膜40が、磁区制御層30に乗り上げる部分で段差が大きくなり、磁気抵抗効果膜40に段切れが発生しやすくなる。段差のある部分で段切れが無い場合、磁気抵抗効果膜40両端部における反強磁性膜302と磁気抵抗効果膜40とで生じた交換バイアスが、磁気抵抗効果膜40中央領域にも伝わり、バルクハウゼンノイズを防止できるが、段切れが発生した場合には、段切れ部分で交換

バイアスが断ちきられてしまうため、磁気抵抗効果膜40中央領域を単一磁区状態とすることはできず、パルクハウゼンノイズを防止できなくなってしまう。このようなヘッドは、大量生産に適していない。

【0041】だが、本発明に係る強磁性膜301は、磁気抵抗効果膜40に、万一、段切れが発生した場合にも、磁気抵抗効果膜40中央領域に縦バイアス磁界を付与できる作用を所持している。

【0042】強磁性膜301は、その上方の反強磁性膜302と、反強磁性-強磁性の磁気交換結合を形成しており、強磁性膜301のスピニは、一方向に揃うことができる。このため、最下層の強磁性膜301は、永久磁石的な作用を行うことができる。すなわち、強磁性膜301は一方向の磁束を流すことができる。磁気抵抗効果膜40に段切れが生じ、交換バイアスが段切れ部分で断ち切られてしまった場合においても、本発明に係る強磁性膜301が、磁気抵抗効果膜40中央領域に一方向の磁束を流す作用をするため、中央領域を単一磁区状態に維持でき、パルクハウゼンノイズを抑止できる。

【0043】さらに、本発明によると、強磁性膜301からの一方向の磁束を、磁気抵抗効果膜40中央領域に効率よく流すためには、強磁性膜301の厚さは磁気抵抗効果膜40の厚さよりも厚いことが必要である。

【0044】このように、磁区制御層30を2層膜構造とすることにより、安定性よくパルクハウゼンノイズを防止することができ、大量生産に適している。

【0045】さらに、本発明によると、磁気抵抗効果膜40両端部に配置された一対の磁区制御層30間の距離を調節することにより、磁気抵抗効果膜40中央領域に伝達される縦バイアス磁界の大きさを、任意の大きさに調節することができあり、高出力、かつ、パルクハウゼンノイズレスの磁気抵抗効果型磁気ヘッドを容易に製造することができる。

【0046】磁気抵抗効果膜40中央領域に付与される縦バイアス磁界の値と、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの再生出力は相反関係にある。中央領域での縦バイアス磁界が大きすぎる場合には、パルクハウゼンノイズを安定性よく防止できるものの、磁気抵抗効果膜40内の磁気モーメントが記録媒体からの磁気的信号に応じて急俊に応答することができず、再生出力は低下してしまう。一方、縦バイアス磁界が小さすぎる場合には、中央領域での磁気モーメントの回転が自由となるため、再生出力を大きくできるが、磁気抵抗効果膜40中央領域を単一磁区状態に維持することができず、パルクハウゼンノイズが発生してしまう。このため、パルクハウゼンノイズレス、かつ、高出力の磁気抵抗効果型磁気ヘッドとするためには、最適な縦バイアス磁界が磁気抵抗効果膜40中央領域に印加されるように、一対の磁区制御層30間の距離を調節しなければならない。この最適な一対の磁区制御層30間の距離は、磁気抵抗効果膜40の種類、厚

さ、長さ、および、幅、反強磁性膜302の種類などにより異なるため、実験により、最適間隔を見出す必要がある。本実施例によれば、最適な一対の磁区制御層30の間隔は、一対の磁区制御層30の間隔を調節したマスクパターンを用いて磁区制御層30を形成することにより容易に調べられ、縦バイアス磁界の大きさを最適値に調節することが可能である。

【0047】次に、強磁性膜301、反強磁性膜302の材料について説明する。

【0048】強磁性膜301は、軟磁性合金膜が望ましい。硬磁性合金膜とすると反強磁性膜302との磁気交換結合形成時、異方性が分散してしまうからである。強磁性膜301の材料は、優れた軟磁性特性を示すNiFe合金膜が望ましく、組成は、磁歪定数が $5 \times 10^{-7} \sim -5 \times 10^{-7}$ の範囲にあるNiが80~82原子%で残部Feよりなる組成が最も望ましい。NiFe合金膜は、反強磁性膜302との界面で生じる磁気交換結合により、一方向異方性を所持することができ、強磁性膜301内部のスピニの方向を一方向に揃えることができる。

【0049】さらに、ニッケルと鉄を主成分とし、これにNb, Ta, Mo, Zr, Rh, Pt, Au, Co等を少量添加した合金膜でも代用可能と推定できる。

【0050】さらに、CoZr, FeZrを主とした非晶質合金でも代用可能と推定できる。

【0051】一方、反強磁性膜302は、酸化ニッケルが望ましい。

【0052】本発明に係る磁区制御層30は、強磁性膜301、反強磁性膜302を真空槽にて、順次、積層後、これを大気中に取り出し、バターニングを行っている。そして、イオンミリングなどによって所定の形状に加工した後、再度真空槽にて磁気抵抗効果膜40を形成し、磁区制御層30最上層の反強磁性膜302と磁気抵抗効果膜40との磁気交換結合を得ている。このため、反強磁性膜302は、表面が大気中にさらされても磁気抵抗効果膜40と十分に磁気交換結合できる材料が望ましい。さらに、室温以上に高いブロッキング温度を所持する材料が望ましい。

【0053】発明者らは、酸化ニッケルをひとたび大気中に取り出し、その後、磁気抵抗効果膜40との結合磁界を測定したところ、酸化ニッケルと磁気抵抗効果膜40とを真空中で連続積層した値と変化がなく、実用に耐える値を示すことを確認した。さらに、磁区制御層30を加工する際、酸化ニッケル膜上方にレジストが塗布されるが、イオンミリング終了後、レジストを剥離し、その上方に磁気抵抗効果膜40を形成しても、その結合磁界の大きさは真空中で連続積層した値と変化がないことを確認した。さらに、酸化ニッケルのブロッキング温度は約200°C~250°Cの範囲であり、実用上問題がないことを確認した。

11

【0054】さらに、本発明に係る酸化ニッケル膜は、耐食性が極めて良いという利点を所持していた。

【0055】また、NiOに少量のFe, Co, Ni, La, Ce, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Euなどを添加しても代用可能と推定できる。

【0056】その他の反強磁性膜302の材料としては、米国特許第4103315号に開示されているFeMn系反強磁性合金膜でも代用できる。しかし、この場合には、磁気抵抗効果膜40をFeMn系反強磁性合金膜上方に形成する前に、スパッタエッチング法などにより、FeMn系反強磁性膜の表面酸化層をクリーニング除去しなければならない。

【0057】さらに、本発明によると、磁区制御層30は、図6のように、磁気抵抗効果素子を介して信号検出電極60下方に配設した方が、パルクハウゼンノイズを安定性よく抑止するために望ましい。磁気抵抗効果膜40の信号検出電極60付近には、大きな応力が印加されており、応力誘起異方性が発生する。応力誘起異方性が大きい場合には、せっかく磁区制御層30により磁気抵抗効果膜40に付与された縦バイアス磁界が、磁気抵抗効果膜40中央領域に伝わりにくくなってしまう。縦バイアス磁界が、応力誘起異方性によって乱された場合には、磁気抵抗効果膜40中央領域を单一磁区状態に維持できず、パルクハウゼンノイズを抑止できなくなってしまう。信号検出電極60に対して、磁区制御層30を、図6のような位置関係で配設することにより、異方性が乱されやすい信号検出電極60付近を直接磁区制御でき、パルクハウゼンノイズを安定性よく抑止することができる。

【0058】さらに、図7に示すように、磁区制御層30を、一対の信号検出電極60の内側まで入り込むように配設してもよい。この場合、磁気ヘッドのトラック幅は一対の信号検出電極60の間隔では決まらず、一対の磁区制御層30の間隔で定まる。磁区制御層30上方に配設されている磁気抵抗効果膜40内のスピニは、図7の一対の信号検出電極60の内側でも、反強磁性膜302により直接磁区制御されているため、この部分でのスピニは記録媒体からの信号に応じて動きにくい。このため、実質的なトラック幅は、スピニの動きが比較的自由となる一対の磁区制御層30の間隔で決まる。このため、本発明は、一対の磁区制御層30でトラック幅を決めることができることを含めなければならない。

【0059】次に、本発明に係る磁区制御層30の形状について説明する。

【0060】本発明に係る磁区制御層30は、強磁性膜301、反強磁性膜302とを順次積層後、レジスト塗布後のペーク温度、イオンミリング時のイオン入射角を適度とすることにより、磁区制御層30に、図8に示すようなテーパ角度を付与することができる。

10

12

【0061】磁区制御層30に、テーパ角度を付与することにより、磁気抵抗効果膜40の段切れを防止することができる。段切れが防止できるので、磁気抵抗効果膜40と反強磁性膜302との間で生じた交換バイアスを、磁気抵抗効果膜40中央領域に安定性よく伝えることができる。このため、磁区制御層30を強磁性膜301、反強磁性膜302の2層構造とし、この磁区制御層30にテーパ角度を付与することにより、反強磁性膜302と磁気抵抗効果膜40とで生じる交換バイアスと、強磁性膜301から発生する一方の磁束との両方を、磁気抵抗効果膜40中央領域に伝えることができるので、センス部分を安定性よく单一磁区状態に維持できる。

【0062】さらに、この場合、段切れを防止できるので、磁区制御層30最下層の強磁性膜301は配設せず、磁区制御層30を反強磁性膜302の単層膜で構成してもよい。

【0063】さらに、本発明によると、磁気抵抗効果膜40中央領域の单一磁区状態は、上述したような反強磁性膜302と磁気抵抗効果膜40との磁気交換結合と、強磁性膜301からの一方の磁束の他に、テーパ角度が付与されている磁区制御層30の斜面部分でも磁気交換結合を獲得することができるため、斜面部分からの交換バイアスも磁気抵抗効果膜40中央領域の单一磁区状態に寄与できる効果もある。このため、磁気抵抗効果膜40両端部で付与された強い一方の異方性を磁気抵抗効果膜40中央領域に安定性よく伝えることができ、パルクハウゼンノイズを安定性よく防止できる。

【0064】さらに、本発明によると、テーパ角度は、60°以下とするのが望ましく、30°以下とするのが最も望ましい。

【0065】さらに、図8のテーパ角度を付与した磁区制御層30を、図6、図7に示した位置に配設してもよい。

【0066】さらに、本発明に係る磁区制御層は、シールド膜を備えてMRヘッドを構成しているが、ノンシールド型MRヘッド、ヨークタイプMRヘッド、さらに、単なる強磁性膜の磁気抵抗効果を利用した磁気センサにも、本発明は適用可能である。

【0067】

【発明の効果】本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気抵抗効果膜の磁壁移動に起因するパルクハウゼンノイズの発生がないので、高い記録密度で記録媒体上に記録、再生ができる。従って、この磁気抵抗効果型磁気ヘッドを使用した高密度磁気記録の大容量磁気記録装置などの磁気ディスク装置を提供することができる。

【0068】さらに、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造方法では、磁区制御層を所定の位置にパターニング後、磁気抵抗効果膜40を形成している。このため、磁気抵抗効果膜40にダメージを与えることなく

50

13

磁気抵抗効果型磁気ヘッドを形成できるので、磁気抵抗効果膜の電気的、磁気的特性を損なうことはない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを示す斜視図。

【図2】本発明の一実施例の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを示す拡大斜視図。

【図3】本発明の磁気ディスク装置及び情報処理システムの構成を示す説明図。

【図4】本発明の磁区制御層を示す拡大断面図。

14

【図5】本発明の磁区制御層の機能を示す拡大断面図。

【図6】本発明の磁区制御層の機能を示す拡大断面図。

【図7】本発明の磁区制御層の機能を示す拡大断面図。

【図8】本発明の磁区制御層の機能を示す拡大断面図。

【符号の説明】

1…非磁性基板、10…下部シールド層、20…下部ギヤップ膜、30…磁区制御層、40…磁気抵抗効果膜、50…シャント膜、60…信号検出電極、70…上部ギヤップ膜、80…上部シールド膜。

10

【図1】

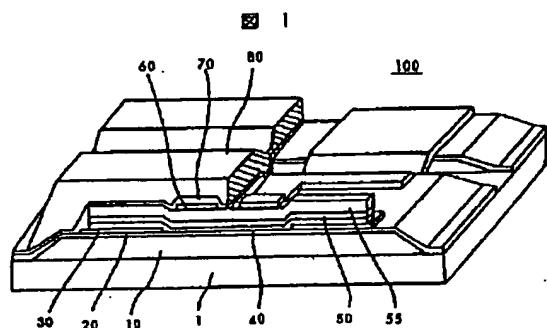


図 1

【図2】

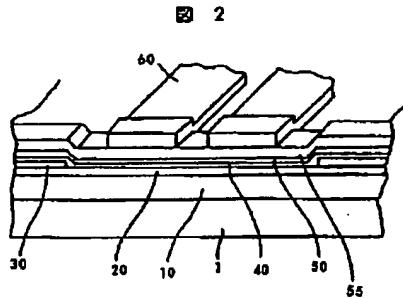


図 2

【図4】

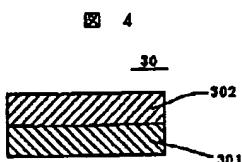


図 4

【図5】

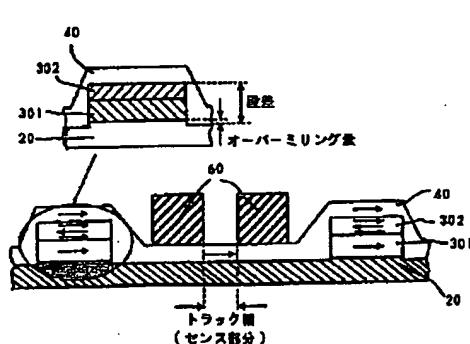


図 5

【図6】

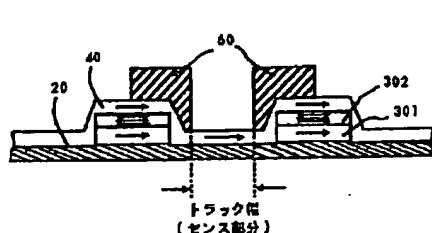


図 6

【図7】

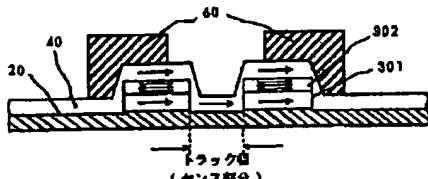
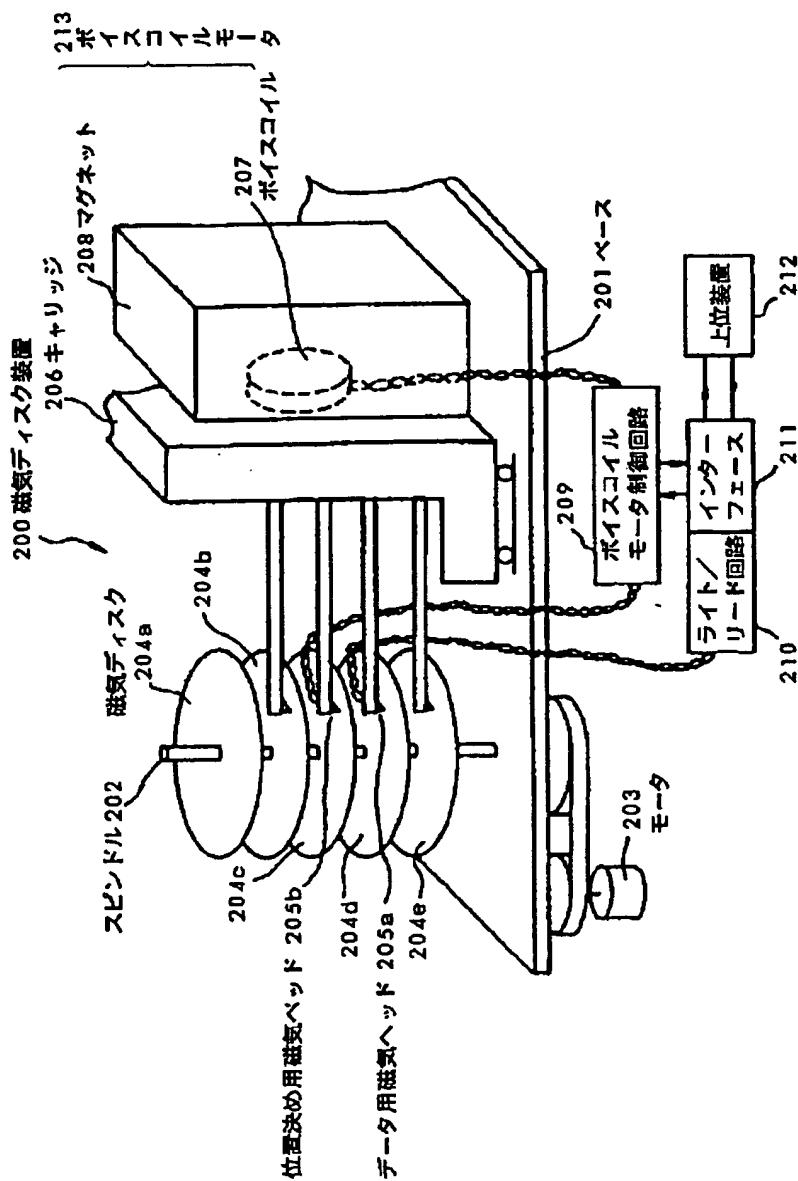


図 7

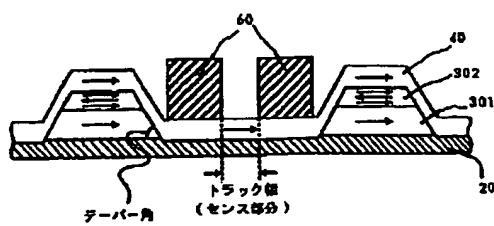
【図3】

図 3



【図8】

図 8



Detailed description of the invention. 【0001】. The utilization field on the industry. This invention concerns magnetoresistance effect type magnetic head using the magnetoresistance effect magnetic recorder, especially magnetic disk unit. 【0002】. Conventional technology. As a magnetic head in which to read the data at the high sensitivity from magnetism plane of magnetic recording medium is possible, magnetoresistance effect type magnetic head is known. The magnetoresistance effect type magnetic head converts the magnetic signal on recording medium into the electrical signal using the phenomenon in which the electric resistance of a magnetoresistance effect film changes according to the direction of the magnetization. 【0003】. By the magnetic domain wall which exists for a magnetoresistance effect film irregularly moving by signal magnetic field, the main problem of the magnetoresistance effect type magnetic head is to generate the noise called the Barkhausen noise. 【0004】. The U.S.A. patent 4103315th At the number, in order to extinguish the magnetic domain wall of a magnetoresistance effect film, and in order to suppress the noise, one whole side of a magnetoresistance effect film is equipped with the antiferromagnetism layer, and uniform length bias magnetic field in the length direction arises, and it has been shown that magnetic exchange combination of the antiferromagnetism-ferromagnetism is utilized. 【0005】. In this invention, the layer specially established is defined here as a magnetic domain control layer in order to apply length bias magnetic field in the length direction for the purpose of suppressing the generation of the magnetic domain wall in a magnetoresistance effect film. And, the magnetic exchange combination calls that the direction of the spin of the ferromagnetic film agrees in the direction near the interface between antiferromagnetism film and ferromagnetic film of the spin of an antiferromagnetism film. In addition, the temperature in which magnetic exchange combination of ferromagnetic film and antiferromagnetism film disappears is defined as a blocking temperature. 【0006】. The U.S.A. patent 4103315th In the structure which laminated an antiferromagnetism film as a magnetic domain control layer over one whole side of a magnetoresistance effect film, the magnetic exchange combination increases so that the number may have show it, and the direction of the magnetization of a magnetoresistance effect film will need large signal magnetic field in order to rotate by signal magnetic field from the magnetic recording medium as the result. Therefore, there is a problem that

the sensitivity of magnetoresistance effect film for the signal magnetic field lowers. **【0007】**. The problem of the technology provides pattern until now of the magnetic domain control layer, and the way which forms film in advance in this specification in the film formation process magnetoresistance effect a film edge upper part is made to be a under side. It was solved by invention. This invention is U.S.A. patent 4663685th on the magnetoresistive reading converter. The number has shown it. Only at edge upper part of the magnetoresistance effect film, magnetic domain control layer which applies bias magnetic field to the length direction of a magnetoresistance effect film is arranged, and 設 is done, and this invention is a result of maintaining this edge in the single domain condition. Single domain condition of this edge also induces the single domain condition in sensation 磁 division in the center of the magnetoresistance effect film. In the practical example of this invention, antiferromagnetism film which affects edge upper part of a magnetoresistance effect film as a magnetic domain control layer is connected and is formed directly, and the technology which maintains edge upper part of the magnetoresistance effect film in the single domain condition has been shown.

【0008】. The problem in which the invention intends to reach solution. There is a problem described in the technology in the following superscription convention. Antiferromagnetism film of the FeMn system which affects only edge upper part of a magnetoresistance effect film in the technology as a magnetic domain control layer this has been formed. In this reason, FeMn system antiferromagnetism film over this magnetoresistance effect film with the magnetic domain control layer must be formed, after the patterning of a magnetoresistance effect film is beforehand done at the fixed dimension. In the meantime, antiferromagnetism film of ferromagnetic film and FeMn system as a magnetoresistance effect film must be made to produce the magnetic exchange combination in both intercalation. Two film must be atomically adhesively made in order to generate this magnetic exchange combination. Therefore, it is necessary that it cleans it sputter etching, etc. magnetoresistance effect a film some and forms a FeMn system antiferromagnetism film on this cleaned magnetoresistance effect film afterwards. **【0009】**. The problem in the case of this cleaning is explained. A magnetoresistance effect film it becomes complicated that the surface of a magnetoresistance effect film is cleaned on the process, and in addition, the possibility that a magnetoresistance effect film is damaged by usual several hundred Å and thin cleaning very is high. As the result, the magnetic characteristic of a magnetoresistance effect film is hurt. And,

the film thickness of a magnetoresistance effect film also fluctuates, though when the degree of the surface cleaning might be almost fixed, when it fluctuates, and the dispersion of magnetic characteristic occurs between large number of magnetic heads as the result. In addition, there is some this surface cleaning magnetoresistance effect a film antiferromagnetism a film magnetic combination inadequate magnetoresistance effect a film single domain. The magnetic domain wall will exist for a magnetoresistance effect film, when the edge does not become single domain, and the Barkhausen noise will be generated by the irregular transfer of magnetic domain wall. Such magnetic head is not suitable for magnetic head for high-density magnetic recording.

【0010】. The purpose of this invention is to offer the magnetoresistance effect type magnetic head that it can prevent the Barkhausen noise which formed the magnetic domain control layer in the edge of a magnetoresistance effect film, and again, that it is possible with the high power without requiring the cleaning of the magnetoresistance effect film as a cause of characteristic dispersion and noise of the magnetoresistance effect type magnetic head. **【0011】**. Means for solving the problem. The superscription purpose can achieve the superscription magnetic domain control layer by placing the magnetic domain control layer in the magnetoresistance effect film double end subordinate side, and composing of the bilayer that ferromagnetic film and antiferromagnetism film are constituted by laminating in order.

【0012】. A superscription antiferromagnetism film the nickel oxide is desirable, and soft magnetic alloy film such as the NiFe alloy are desirable superscription ferromagnetic film. **【0013】**. Action. In magnetoresistance effect type magnetic head which concerns this invention, the magnetic domain control layer has been installed in double end subordinate side of the magnetoresistance effect film, and center region of the magnetoresistance effect film which detects magnetic signal from recording medium has not done antiferromagnetism film and magnetic exchange combination directly. Therefore, in center region of the magnetoresistance effect film, the sensitivity of the magnetoresistance effect element does not lower, because there is no increase of anisotropic magnetic field of the magnetoresistance effect film, and it is possible with the high-power magnetic head. **【0014】**. And, it is possible to hold the Barkhausen noise of which the irregular transfer of magnetic domain wall is a cause, because that magnetic domain wall arises in the magnetoresistance effect film central can be suppressed, by length bias magnetic field by the magnetic exchange combination between magnetic domain control layer and magnetoresistance effect

film that the magnetoresistance effect film double end subordinate side was equipped. 【0015】. And, magnetic domain control layer of magnetoresistance effect type magnetic head which concerns this invention has done the most lower layer with ferromagnetic film. This ferromagnetic film the permanent magnet action for the action of spreading a magnetic flux of the unidirection in a magnetoresistance effect film is possible, and the action of effectively transmitting producing length bias magnetic field to the magnetoresistance effect film center region as a result of magnetic exchange combination between antiferromagnetism film which is magnetic domain control layer most upper layer and magnetoresistance effect film is possible. Therefore, the Barkhausen noise can be prevented of the good stability. 【0016】. In addition, by adjusting the distance of magnetic domain control intercalation placed in the magnetoresistance effect film double end division, it is possible to adjust the size of length bias magnetic field that it can travel in the magnetoresistance effect film central to the optional size, and it is possible that high power and magnetoresistance effect type magnetic head of Barkhausen noise -less are easily produced. 【0017】. In addition, before the formation of a magnetoresistance effect film, magnetic domain control layer of the magnetoresistance effect type magnetic head of this invention is formed and is processed. Therefore, in formation process of the magnetic domain control layer, there is completely no, and the fear which damages a magnetoresistance effect film holds the dispersion of the performance between large number of magnetic heads, and it is possible for the mass production with the advantage. And, it is possible that the patterning of the magnetic domain control layer is done by lumping together by ion milling method, etc., and the manufacture is easy. 【0018】. Practical example. As a practical example, magnetic disk unit of 200 which applied magnetoresistance effect type magnetic head which concerns this invention are explained using figures of 3. Figures of 3 is strabismus figure which shows this summary structure of magnetic disk units of 200. 【0019】. This summary structure of magnetic disk units of 200 is explained. This carriage with magnetic disk 204a, 204b, 204c, 204d, 204e and motors of 203 which drive spindle of 202 and magnetic heads group 205a and 205b retained in carriage of 206 of which the transfer is possible of the multiple that it was regularly-spaced and laminated in the single shaft (spindles of 202) top, etc. magnetic disk units of 200, as it is shown in the same figure. It is constituted with bases of 201 which supports magnets of 208 which constitutes voice coil motors of 213 which drive 206 and voice coils of 207 and these. And, it has

voice coil motor control circuit of 209 which controls voice coil motors of 213 with the signal which epistasis equipment of 212 of magnetic disks control equipment, etc. sends out. And, the data which functions and magnetic disk 204a which convert into the current that it writes the data which epistasis equipment of 212 is sending, and that in proportion to the system, it should run it in the magnetic head, etc. are sending is amplified, and this light/lead circuit of 210 minds interfaces of 211 with light/lead circuit of 210 with the function which converts into the digital signal. It is done, and it is connected with epistasis equipment of 212. **【0020】**. Next, the case of reading this operation of magnetic disk units of 200, is explained as an example. From epistasis equipment of 212, the support of the data to be sent is given through interfaces of 211 in the reading in voice coil motor control circuit of 209. By the control current from voice coil motor control circuit of 209, voice coil motor of 213 make carriages of 206 drive, and the position in the truck where instructed data is memorized is made to move magnetic heads group 205a and 205b, etc. at high speed, and it is accurately positioned and is done. This positioning the position on magnetic disk 204c is detected, magnetic head 205b for the positioning connected with voice coil motor control circuit of 209 offer it, and it is done by the position control of magnetic head 205a for the data. And, the following are rotated by motors of 203 supported in bases of 201 : Magnetic disk 204a, 204b, 204c, 204d and 204e of the multiple of 3.5 inch diameters installed in spindles of 202. Next, it begins to read the data signal on magnetic disk, after with the signal from light/lead circuit of 210, it chooses magnetic head of instructed fixed, and after it detects the head position in instructed region. Magnetic head 205a for the data connected for light/lead circuit of 210 are carried out this readout by transferring the signal between magnetic disk 204d. The data which it began to read is converted into the fixed signal, and epistasis equipment of 212 sends out it. **【0021】**. As a high-performance magnetic disk unit, it is desirable that 1 inch 25 kilobit, track density are over 1 inch 2000 trucks on linear recording density. It is possible that the surface recording density produces magnetic disk unit of 1 square inch 200~500Mbit by making the magnetic disk unit using this head, because there is no Barkhausen noise, when magnetic domain wall is not produced, and because magnetoresistance effect type magnetic head which concerns this invention of the following is supersensitive. **【0022】**. Next, magnetoresistance effect type magnetic heads of 100 which are the one practical example of this invention used in magnetic disk units of 200 are

explained using figure of 1 and figures of 2. Figure of 1 is strabismus figure which shows the summary structure of magnetoresistance effect type magnetic heads of 100 which concerns this invention. Still, in figure of 1, it is the magnetoresistance effect type magnetic head unilateral hemihedry, and upper gap film of 70 is abbreviated to upper shield film of 80. And, figures of 2 is strabismus figure which expanded this magnetoresistance effect type magnetic heads of 100. Still, upper gap film of 70 is abbreviated to upper shield film of 80 in figures of 2. **【0023】**. Lower magnetic shielding layer of 10 and lower gap film of 20 formed over this lower magnetic shielding layer of 10 and magnetic domain control layer of 30 which consists of the paired layer formed placed the fixed interval in the fixed place on this lower gap film of 20 and this magnetic domain control layer of 30 nonmagnetic substrate 1, as this magnetoresistance effect type magnetic heads of 100 are shown in figure of 1, figures of 2. Magnetoresistance effect film of 40 that it meets in superscription lower gap film of 20 between the paired layer, that it is formed, in covering upper surface and shunt film of 50 formed over this magnetoresistance effect film of 40 and soft film of 55 formed over this shunt film of 50 and electrodes of 60 for the signal ejection formed on this soft film of 55 and each superscription film, each layer and signal ejection electrode. 60 is constituted with upper gap film of 70 in which it forms cover and upper magnetic shielding layer of 80 formed over this upper gap film of 70. **【0024】**. Next the following will be explained : Each layers, actions of each film, materials, etc.. Upper part and lower magnetic shielding layer 80,10 prevent that the magnetic field except for the signal detection electrode influences in magnetoresistance effect film of 40, and it does the action of raising signal resolution of magnetoresistance effect type magnetic heads of 100. The materials are soft magnetism such as NiFe system alloy and amorphous of the Co system, and the film thickness is $0.5\sim3\ \mu\text{m}$ almost. **【0025】**. Upper part and lower gap film 70,20 placed in order to insert magnetoresistance effect element which consists of magnetoresistance effect film of 40 and signal ejection electrode conductor of 60 and magnetic domain control layer of 30 with the adjacency to magnetic shielding layer 80,10, do the action of electrically and magnetically isolating magnetoresistance effect element and upper part, lower magnetic shielding layer 80,10 and, and it アルミ s it glass aluminum. The insulator is based nonmagnetic of ナ, etc.. Upper part and film thickness of lower gap film 70,20, since regeneration resolution of magnetoresistance effect type magnetic heads of 100 is influenced, it is dependent on

the recording density which magnetic head desires, and it is within $0.4 \sim 0.1 \mu\text{m}$ generally. **【0026】**. Like the superscription, magnetoresistance effect element formed between this upper part and lower gap film 70, 20 is in magnetoresistance effect film of 40 in which the electric resistance changes for magnetic field and electrode conductor of 60 for the signal ejection for running the signal detection current in this magnetoresistance effect film of 40 and double end of magnetoresistance effect film of 40. It consists of magnetic domain control layer of 30 for magnetically biasing the enough level in making the single-magnetic domain of this double end, with the length. **【0027】**. This magnetic domain control layer of 30 is formed only in the magnetoresistance effect film of 40 double end division, and it does the action of giving length bias magnetic field in the length direction in magnetoresistance effect film of 40 in order to maintain the edge of magnetoresistance effect film of 40 in the single domain condition. As this result, it can be prevented that the magnetic domain wall arises in magnetoresistance effect film of 40, and the Barkhausen noise which originates from the magnetic domain wall generation can be reduced. That it is established by limiting magnetic domain control layer of 30 to the edge of magnetoresistance effect film of 40, is also because it becomes compulsorily the single domain condition, when this edge is maintained in the single domain condition, on the center region, as long as the length of center region of magnetoresistance effect film of 40 does not expire at the length. And, in such structure, the lowering of the sensitivity in forming the magnetic domain control layer in magnetoresistance effect film of whole 40, because that the direction of the magnetic moment of the center region easily changes is possible, is not brought about, and it is possible with high power in respect of the magnetic head.

【0028】. Magnetoresistance effect film of 40 is formed by the ferromagnetic film in which electric resistance changes according to the direction of the magnetization like Ni-Fe alloys, Ni-Co alloys, Ni-Fe-Co alloys, etc.. The film thickness is about $0.01 \sim 0.045 \mu\text{m}$. **【0029】**. A thin film such as the copper metallurgy of which usual electric resistance is enough small is used electrode conductor of 60 for the signal ejection in order to run the current (for example, $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^7 \text{ A/cm}^2$) which is enough for magnetoresistance effect film of 40. **【0030】**. Shunt film of 50 does the action of applying the magnetic width bias to the sufficient level in supersensitizing magnetoresistance effect film of 40. The method using a shunt film is called the shunt biasing method in order to apply the magnetic width bias. In

shunt biasing method, the metal film in which Ti, Nb, Ta, Mo, W, etc. are little on magnetoresistance effect film of 40 as a shunt film is formed. Generally, the film thickness is about $0.01\sim0.04\text{ }\mu\text{m}$. And, it is necessary to also adjust specific resistance with the film thickness of shunt film of 50, because width bias magnetic field changes by the current which flows in shunt film of 50, in the shunt biasing method. Values of this specific resistance of shunt film of 50 are generally about 1~4 times of the value of magnetoresistance effect specific membrane resistance. **【0031】**. Except for this shunt biasing method, there is soft film biasing method as a biasing method suitable for magnetoresistance effect type magnetic head for high-density magnetic recording. The soft film biasing method is efficient, as it is shown in figure of 1, figures of 2, and it is a method for applying in magnetoresistance effect film of 40 in respect of the magnetic field which arises by the current which flows through the nonmagnetic layer (here, shunts film 50) in magnetoresistance effect film of 40 in soft film of 55. Not only these methods are independently used, but also compound biasing method which combined the shunt biasing method with the soft film biasing method is effective. **【0032】**. Next, the production technique of magnetoresistance effect types magnetic head of 100 is explained. Still, thin film formation method and patterning method of the following used sputtering technique and etching method which were the well-known technology.

【0033】. First, NiFe alloy as lower magnetic shielding layer of 10 is formed on nonmagnetic substrate of 1 at the thickness of $2\text{ }\mu\text{m}$, and besides, the alumina as lower gap film of 20 is formed at the department at the thickness of $0.3\text{ }\mu\text{m}$ afterwards. Then, the following are processed in the fixed shape : This lower magnetic shielding layer of 10 and lower gap film of 20. It is processed here so that the edge of lower magnetic shielding layer of 10 may tilt for the substrate, as it is shown in figure of 1. This is as electrode conductor of 60 for the signal ejection formed in the form which covers lower magnetic shielding layer of 10 prevents that it is suspended in the edge of lower magnetic shielding layer of 10. Next, magnetic domain control layer of 30 is formed on lower gap film of 20. The patterning is done, after ferromagnetic film of 301 and antiferromagnetism film of 302 are laminated in order on lower gap film of 20 by sputtering techniques, etc., so that only the part which corresponds to the edge of magnetoresistance effect film of 40 may remain on magnetic domain control layer of 30. It is processed by patterning, ion milling method, etc.. As the result, magnetic domain control layer of 30 becomes a paired layer. Next, on lower gap film of 20 between the

paired layer which constitutes on magnetic domain control layer of 30 and magnetic domain control layer of 30, NiFe alloy film as magnetoresistance effect film of 40 is formed at 400Å thickness, and next, Nb film as shunt film of 50 is formed at 400Å thickness. Afterwards, it is processed, after the bilayer of gold and titanium as electrode conductor of 60 for the signal ejection is formed at the thickness of 0.1 μm, and besides, the alumina as upper gap film of 70 is formed at the department at the thickness of 0.3 μm. Next, NiFe alloy film as upper magnetic shielding layer of 80 is formed at the thickness of 2 μm, and the alumina is formed as protective film, and the preparation of magnetoresistance effect type magnetic heads of 100 is finished. **【0034】**. Like the superscription, magnetoresistance effect type magnetic head which concerns this invention has formed this magnetoresistance effect film of 40, after magnetic domain control layer of 30 is formed. Therefore, the damage is not given in the manufacturing process in magnetoresistance effect film of 40 without containing the process of cleaning magnetoresistance effect film of 40. Since there is no fear in which magnetoresistance effect film of 40 is damaged, it is possible that good magnetoresistance effect film of 40 of the magnetic characteristic is formed, and the manufacturing of the magnetoresistance effect type magnetic head is possible of good 安定性. In addition, since to hold film thickness fluctuation of magnetoresistance effect film of 40 is possible, it is possible that the dispersion of electric and magnetic property between large number of magnetic heads is held, and it is suitable for the mass production. **【0035】**. Next, the function of magnetic domain control layer of 30 which concerns this invention is explained.

【0036】. Figures of 4 is enlarged section figure which shows magnetic domain control layer of 30 which concerns this invention. In respect of magnetic domain control layer of 30, this invention is unique for the place which has made ferromagnetic films of 301 and antiferromagnetism film of 302 in order to be laminated bilayer structure, and it is the most unique in the place which utilizes two magnetic exchange combination. One is magnetic exchange combination of the ferromagnetism-antiferromagnetism which arises in interface between magnetoresistance effect film of 40 and antiferromagnetism film of 302, and other one is magnetic exchange combination of the antiferromagnetism-ferromagnetism which arises in interface between antiferromagnetism film of 302 and ferromagnetic films of 301. **【0037】**. The action of two magnetic exchange combination is explained in detail. **【0038】**. In figures of 5, the aspect of the magnetic exchange combination is typically shown. The arrow of figures of 5 has shown magnetoresistance

effect film of 40, antiferromagnetism film of 302, direction of the spin of ferromagnetic films of 301. Still, the following are omitted after figures of 5 : Nonmagnetic substrate of 1, lower shield layer of 10, shunt film of 50, soft film of 55, upper gap film of 70, upper shield film of 80. **[0039]**. By magnetic exchange combination between antiferromagnetism film of 302 and magnetoresistance effect film of 40, the spin of magnetoresistance effect film of 40 in the magnetoresistance effect film of 40 double end division is leveled in the unidirection. The exchange bias is also transmitted to the magnetoresistance effect film of 40 center region (the sense part), when the direction of the spin is leveled in this part, and it is possible to also compulsorily level the spin of the center region in the unidirection. By this, it is possible to suppress the generation of the magnetic domain wall in the magnetoresistance effect film of 40 center region, and the Barkhausen noise can be prevented. **[0040]**. However, ferromagnetic films of 301 and antiferromagnetism film of 302 have been formed in order on lower gap film of 20 after the lamination using techniques such as the ion milling method for the fixed position, as foregoing was done, this magnetic domain control layer 30. It is not possible to avoid the exaggerated milling of lower gap film of 20 of magnetic domain control layer of 30 downward shown in figures of 5, when it was processed by the ion milling method. Therefore, the level difference increases in the part in which magnetoresistance effect film of 40 reaches in magnetic domain control layer of 30, and the stage cutting becomes easy to arise in magnetoresistance effect film of 40. When the stage cutting arose, since the exchange bias has been cut in the stage cutting part, exchange bias in the case in which there is no stage cutting in the part with the level difference and antiferromagnetism film of 302 and magnetoresistance effect film of 40 in the magnetoresistance effect film of 40 double end division is also transmitted to the magnetoresistance effect film of 40 center region, and the Barkhausen noise can be prevented, and it 紂 magnetic resistance 紂. It is not possible to make the ankle film of 40 center region to be the single domain condition, and the Barkhausen noise can not be prevented. Such head is not suitable for the mass production. **[0041]**. But, ferromagnetic films of 301 which concern this invention have had the action of giving the length bias magnetic field in the magnetoresistance effect film of 40 center region, when the stage cutting arose in magnetoresistance effect film of 40 in case. **[0042]**. Besides, ferromagnetic films of 301 have formed magnetic exchange combination of antiferromagnetism-ferromagnetism and antiferromagnetism film of

302 of the way, and it is possible that the spin of ferromagnetic films of 301 is even in the unidirection. Therefore, it is possible that the ferromagnetic film of 301 of the most lower layer do the permanent magnet action. That is to say, it is possible that ferromagnetic film of 301 run a magnetic flux of the unidirection. When the exchange bias has been stopped in the stage cutting part, so that ferromagnetic films of 301 which concern this invention may do the action of spreading a magnetic flux of the unidirection in the magnetoresistance effect film of 40 center region, the stage cutting occurs in magnetoresistance effect film of 40, and the center region can be maintained in the single domain condition, and the Barkhausen noise can be restrained. **【0043】**. In addition, it is necessary that the thickness of ferromagnetic films of 301 is thicker than the thickness of magnetoresistance effect film of 40 in order to efficiently spread a magnetic flux of the unidirection from ferromagnetic film of 301 with this invention in the magnetoresistance effect film of 40 center region.

【0044】. Like this, by making magnetic domain control layer of .30 to be the bilayer structure, it is possible to prevent the Barkhausen noise of the good stability, and it is suitable for the mass production. **【0045】**. In addition, with this invention, by adjusting the distance between paired magnetic domains control layer of 30 placed in the magnetoresistance effect film of 40 double end division, it is possible to adjust the size of length bias magnetic field that it can travel in the magnetoresistance effect film of 40 center region to the optional size, and high power and magnetoresistance effect type magnetic head of Barkhausen noise -less are easily produced. It is possible that it is done.

【0046】. There are value of length bias magnetic field given in the magnetoresistance effect film of 40 center region and regenerated output of magnetoresistance effect type magnetic head in the reciprocity. When length bias magnetic field in the center region too greatly come, it is not possible that it responds in sudden 俊 by the magnetic moment in magnetoresistance effect film of 40 meeting the magnetic signal from recording medium, though Barkhausen noise can be prevented of the good stability, and the regenerated output is lowered. In the meantime, when the length bias magnetic field expires degree of the small, since the rotation of the magnetic moment in the center region becomes the freedom, though the regenerated output can be increased, it is not possible to maintain the magnetoresistance effect film of 40 center region in the single domain condition, and the Barkhausen noise has been generated. Therefore, the distance between paired magnetic domains control layer of 30 must be adjusted in order to apply the optimum

length bias magnetic field to the magnetoresistance effect film of 40 center region in order to make to be Barkhausen noise -less and high-power magnetoresistance effect type magnetic head. Since it is different by types, thickness, length of magnetoresistance effect film of 40 and width and types of antiferromagnetism film of 302, etc., it is necessary to find the optimum interval by the experiment for the distance between this optimum and paired magnetic domains control layer of 30. According to this practical example, the interval of optimum and paired magnetic domain control layer of 30 is easily examined by forming magnetic domain control layer of 30 using mask pattern which adjusted the interval of paired magnetic domain control layer of 30, and it is possible to adjust the size of length bias magnetic field to optimum value.

【0047】. Next, the material of ferromagnetic films of 301 and antiferromagnetism film of 302 is explained. 【0048】. A soft magnetic alloy film is desirable for ferromagnetic films of 301. The anisotropy is due to have dispersed in magnetic exchange bond formation with antiferromagnetism film of 302 as magnetic hardness alloy film. The material of ferromagnetic films of 301 NiFe alloy film which shows the excellent and soft magnetic characteristic is desirable, and the composition in which Ni in which there is the magnetro-striction constant within $5 \times 10^{-7} \sim -5 \times 10^{-7}$ consists of residue Fe in 80~82 atom % is the most desirable composition. The NiFe alloy film it is possible to have the unidirection anisotropy by magnetic exchange combination in the interface with antiferromagnetism film of 302, and it is possible that the direction of the spin of ferromagnetic film of 301 inside is collected in the unidirection. 【0049】. In addition, it can be estimated that it makes nickel and iron to be a main component and can substitute even in the alloy film which added

Nb, Ta, Mo, Zr, Rh, Pt, Au, Co, etc. in this a little. 【0050】. In addition, it can be estimated that it can substitute even in the amorphous alloy based on CoZr, FeZr. 【0051】. In the meantime, the nickel oxide is desirable for antiferromagnetism film of 302.

【0052】. Magnetic domain control layer of 30 which concerns this invention by the vacuum tank, this is taken out in order after the lamination in respect of ferromagnetic films of 301, antiferromagnetism film of 302 in the atmosphere, and the patterning is carried out. Then, magnetoresistance effect film of 40 is formed by the vacuum tank, after it is processed by ion milling, etc. in the fixed shape, again, and magnetic exchange combination of magnetic domain control layer of 30 most upper layer between antiferromagnetism film of 302 and magnetoresistance effect film of 40 has been obtained. Therefore, the material which can

sufficiently combine magnetoresistance effect film of 40 and magnetic exchange is desirable for antiferromagnetism film of 302, even if the surface is revealed in the atmosphere. In addition, the material which has high blocking temperature over the room temperature is desirable. **【0053】**. Inventors confirmed that there were no nickel oxide and laminating value which continues in the vacuum in respect of magnetoresistance effect film of 40 and change and that it shows the value which stands the practical use, when it once took out the nickel oxide in the atmosphere, and when it measured combination magnetic field with magnetoresistance effect film of 40 afterwards. In addition, the size of the combination magnetic field the resist applied it in nickel oxide film upper part, when magnetic domain control layer of 30 was processed, and after the ion milling end, it was confirmed that there were no laminating value and change which continue in the vacuum, even if the resist is exfoliated, and even if besides, magnetoresistance effect film of 40 is formed in the way. In addition, it was confirmed that blocking temperature of the nickel oxide was within about $200^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ and that there is no problem in the practical use. **【0054】**. In addition, nickel oxide film which concerns this invention has had the advantage that the corrosion resistance is very good. **【0055】**. And, little Fe, Co, Ni, La, Ce, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Eu in NiO. It can be estimated that it can be substituted, even if it is added.

【0056】. The U.S.A. patent 4103315th as an other material of antiferromagnetism film of 302 It can substitute even in FeMn system antiferromagnetic alloy film which the number has shown. However, in this case, surface oxidized layer of the FeMn system antiferromagnetism film must be cleaned and must be removed by sputter etching method, etc., before magnetoresistance effect film of 40 is formed in FeMn system antiferromagnetic alloy film upper part. **【0057】**. In addition, magnetic domain control layer of 30 is desirable for restraining the Barkhausen noise of that like figures of 6, it arranged it through the magnetoresistance effect element in signal detection electrode of 60 downward, and that it did 設 of the good stability with this invention. Near signal detection electrode of 60 of magnetoresistance effect film of 40, large stress is applied, and the stress-induction anisotropy arises. Length bias magnetic field given by magnetic domain control layer of 30 that it せた, when the stress-induction anisotropy is big, and scratches つ in magnetoresistance effect film of 40 becomes difficult to have been transmitted to the magnetoresistance effect film of 40 center region. The Barkhausen noise can not have been restrained, when length bias magnetic field

was disturbed by the stress-induction anisotropy, without maintaining the magnetoresistance effect film of 40 center region in the single domain condition. It is possible that it can control near signal detection electrode of 60 that the anisotropy is easy to be disturbed magnetic domain control layer of 30 by to arrange in positional relation like figures of 6, and doing 設 for signal detection electrode of 60 in the direct magnetic domain and restrains the Barkhausen noise of the good stability. 【0058】.

In addition, magnetic domain control layer of 30 may be arranged in order to go into to the inside of paired signal detection electrode of 60, as it is shown in figures of 7, and 設 may be done. The track width of magnetic head is determined in the interval of paired magnetic domain control layer of 30 without depending the interval of paired signal detection electrode of 60 in this case. The spin in this part is difficult to move on the spin in magnetoresistance effect film of 40 with 設 arranged in magnetic domain control layer of 30 upper part in proportion to the signal from recording medium, since it controls even in the inside of figures of 7 of paired signal detection electrode of 60 by antiferromagnetism film of 302 in the direct magnetic domain.

Therefore, the substantial track width depends on the interval of paired magnetic domain control layer of 30 where the movement of the spin becomes comparatively the freedom. Therefore, it must be included that that this invention decides the track width in paired magnetic domain control layer of 30 is possible. 【0059】. Next, the shape of magnetic domain control layer of 30 which concerns this invention is explained. 【0060】. By making bake temperature after the lamination and resist application and ion incidence angle in ion milling the moderateness in order, magnetic domain control layer of 30 which concerns this invention is possible to give taper angle shown in magnetic domain control layer of 30 in figures of 8 in respect of ferromagnetic films of 301, antiferromagnetism film of 302. 【0061】. For magnetic domain control layer of 30, it is possible to prevent stage cutting of magnetoresistance effect film of 40 by giving the taper angle. It is possible to transmit exchange bias between magnetoresistance effect film of 40 and antiferromagnetism film of 302 to the magnetoresistance effect film of 40 center region of the good stability, because the stage cutting can be prevented. Therefore, it is possible to transmit both between antiferromagnetism film of 302 and magnetic flux which arises from exchange bias and ferromagnetic film of 301 in magnetoresistance effect film of 40 to the magnetoresistance effect film of 40 center region taking magnetic domain control layer of 30 as two-layer structures of ferromagnetic film of 301 and

antiferromagnetism film of 302 by giving the taper angle in this magnetic domain control layer of 30. the γ tower X part can be maintained of the good stability in the single domain condition.

【0062】. In addition, in this case, 設 is not done without arranging ferromagnetic films of 301 of magnetic domain control layer of 30 most lower layer, because the stage cutting can be prevented, and magnetic domain control layer of 30 may be composed of monolayer film of antiferromagnetism film of 302. 【0063】. The in addition, exchange for this invention from the slope part it is possible that the magnetic exchange combination is acquired even in slope part of magnetic domain control layer of 30 of which a taper angle of magnetic exchange combination of the foregoing between antiferromagnetism film of 302 and magnetoresistance effect film of 40 and magnetic flux of the unidirection from ferromagnetic film of 301 has been otherwise given on single domain condition of the magnetoresistance effect film of 40 center region. There is some and some a bias on the effect which can contribute in single domain condition of the magnetoresistance effect film of 40 center region. Therefore, it is possible to transmit resistant unidirection anisotropy given in the magnetoresistance effect film of 40 double end division to the magnetoresistance effect film of 40 center region of the good stability, and the Barkhausen noise can be prevented of the good stability. 【0064】. In addition, it is the most desirable that that it is made to be 60° or less is desirable and that it does it with 30° or less with this invention for the taper angle. 【0065】. In addition, it may be arranged for the position which showed magnetic domain control layer of 30 which gave the taper angle of figures of 8 in figures of 6 and figures of 7, and 設 may be done. 【0066】. In addition, though magnetic domain control layer which concerns this invention constitutes the magnetoresistive head with a shield film, this invention is applicable for non-shielding magnetoresistive head, yoke type magnetoresistive head, magnetic sensor using magnetoresistance effect of mere ferromagnetic film besides.

【0067】. Effect of the invention. Record and regeneration are possible on recording medium at the high recording density, because there is no generation of Barkhausen noise which originates from domain wall displacement of a magnetoresistance effect film on magnetoresistance effect type magnetic head which concerns this invention. Therefore, it is possible to offer magnetic disk units such as large-capacity magnetic recorder of high-density magnetic recording using this magnetoresistance effect type magnetic head.

【0068】. In addition, taking the magnetic domain control layer as a fixed position, it has formed after patterning, magnetoresistance

effect film of 40 in the production technique of magnetoresistance effect type magnetic head which concerns this invention. Therefore, electric and magnetic property of a magnetoresistance effect film are not hurt, because the magnetoresistance effect type magnetic head can be formed without giving the damage in magnetoresistance effect film of 40. •フ・